中五地理練習卷：氣候系統、極端天氣與自然災害

地理　|　時限：75 分鐘　|　總分：100 分　|　共 24 題

第一部份：氣壓梯度與地轉風（16 分）

某日天文台錄得甲站氣壓 1016 hPa、乙站氣壓 1012 hPa，兩站相距 400 公里，兩站同處北緯 22.5 度。已知空氣密度為每立方米 1.2 公斤，地球自轉角速度為 7.292 × 10^-5 弧度每秒。所有答案須列出步驟。

1. 求甲乙兩站之間的氣壓梯度，以 hPa/100 km 及 Pa/m 表示。

答案：答案：氣壓差 = 1016 - 1012 = 4 hPa；氣壓梯度 = 4 ÷ 400 × 100 = 1.0 hPa/100 km，即 400 Pa ÷ 400 000 m = 0.001 Pa/m。（評分要點：氣壓差 1 分，hPa/100 km 2 分，Pa/m 2 分）

2. 求科氏參數 f 及地轉風速，以 m/s 表示（取一位小數）。

答案：答案：f = 2Ω sin φ = 2 × 7.292 × 10^-5 × sin 22.5° = 5.58 × 10^-5 s^-1；地轉風速 V = (1/ρf)(dp/dn) = 0.001 ÷ (1.2 × 5.58 × 10^-5) = 14.9 m/s。（評分要點：f 2 分，公式 1 分，代入及答案 2 分）

3. 把該地轉風速換算為 km/h，並指出實際地面風速通常較低的一項原因。

答案：答案：14.9 × 3.6 = 53.8 km/h；地面摩擦減弱氣壓梯度力的效應，令風速下降且風向與等壓線成一交角。（評分要點：換算 2 分，原因 1 分）

4. 說明氣壓梯度力與科氏力如何共同決定地轉風的方向。

答案：答案：氣壓梯度力由高壓指向低壓，科氏力在北半球垂直風向並指向右方；兩力大小相等、方向相反時，風沿等壓線吹，高壓在右、低壓在左（北半球），此即地轉風。（評分要點：兩力方向各 1 分，平衡條件 1 分）

第二部份：氣溫遞減率與山地氣候（16 分）

某熱帶沿海城市海平面氣溫為 28.0 °C，露點為 18.0 °C，環境氣溫遞減率為每公里 6.5 °C。一道潮濕空氣塊由海平面被地形抬升，乾絕熱遞減率為每公里 10 °C，凝結後濕絕熱遞減率為每公里 6 °C，抬升凝結高度按每 1 °C 露點差 125 米估算。

5. 求海拔 2 500 米處的環境氣溫。

答案：答案：氣溫 = 28.0 - 6.5 × 2.5 = 28.0 - 16.25 = 11.75 °C。（評分要點：遞減量 2 分，答案 2 分）

6. 求 0 °C 等溫線的高度，並說明該高度與雪線的關係。

答案：答案：高度 = 28.0 ÷ 6.5 = 4.3077 km，即約 4308 米；在無其他因素影響下，雪線大致位於 0 °C 等溫線附近，故本區雪線約在 4 300 米。（評分要點：計算 3 分，關係 1 分）

7. 求空氣塊的抬升凝結高度及該處氣溫。

答案：答案：抬升凝結高度 = (28.0 - 18.0) × 125 = 1250 米；該處氣溫 = 28.0 - 10 × 1.25 = 15.5 °C。（評分要點：高度 2 分，氣溫 2 分）

8. 求山頂（2 500 米）空氣塊的氣溫，並與同高度環境氣溫比較。

答案：答案：山頂氣溫 = 15.5 - 6 × 1.25 = 8.0 °C；較環境氣溫 11.75 °C 低 3.75 °C，故空氣塊比周圍空氣冷，屬不穩定被抬升的一側。（評分要點：計算 3 分，比較 1 分）

第三部份：相對濕度、露點與凝結（18 分）

某日室內氣溫 30.0 °C，飽和水汽壓為 42.4 hPa，實測水汽壓為 25.4 hPa。水汽壓與絕對濕度的換算可用絕對濕度（g/m3）= 217 × e ÷ (T + 273.15)，其中 e 為水汽壓（hPa）、T 為氣溫（°C）。20.0 °C 時飽和水汽壓為 23.4 hPa。

9. 求相對濕度。

答案：答案：相對濕度 = 25.4 ÷ 42.4 × 100 = 59.9%。水汽壓未達飽和，故空氣未飽和。（評分要點：公式 2 分，代入 2 分，答案 1 分）

10. 以每 5% 相對濕度差對應 1 °C 露點差估算露點。

答案：答案：相對濕度差 = 100 - 59.9 = 40.1%；露點 = 30.0 - 40.1 ÷ 5 = 30.0 - 8.02 = 21.98 °C，約 22.0 °C。（評分要點：濕度差 2 分，答案 2 分）

11. 求每立方米空氣的含水量（絕對濕度）。

答案：答案：絕對濕度 = 217 × 25.4 ÷ 303.15 = 18.18 g/m3。（評分要點：公式 2 分，答案 2 分）

12. 若空氣在定壓下冷卻至 20.0 °C，判斷是否出現凝結，並求每立方米凝結水量。

答案：答案：20.0 °C 時飽和含水量 = 217 × 23.4 ÷ 293.15 = 17.32 g/m3；實際含水量 18.18 g/m3 高於此值，故出現凝結，凝結量 = 18.18 - 17.32 = 0.86 g/m3，形成霧或露。（評分要點：飽和值 2 分，判斷 1 分，凝結量 2 分）

第四部份：溫室氣體與輻射強迫（16 分）

大氣二氧化碳濃度由 1750 年的 280 ppm 上升至 2020 年的 420 ppm。輻射強迫可用 ΔF = 5.35 × ln(C/C0) 估算（單位 W/m2）。假設每 1 ppm 二氧化碳相當於 7.81 Gt 二氧化碳排放量，近年濃度每年上升約 2.5 ppm。

13. 求 1750 年至 2020 年二氧化碳濃度的增加量及增幅百分率。

答案：答案：增加量 = 420 - 280 = 140 ppm；增幅 = 140 ÷ 280 × 100 = 50%。（評分要點：增加量 2 分，百分率 2 分）

14. 求由 1750 年至 2020 年二氧化碳造成的輻射強迫。

答案：答案：ΔF = 5.35 × ln(420 ÷ 280) = 5.35 × ln 1.5 = 5.35 × 0.4055 = 2.17 W/m2，正值表示能量被截留於氣候系統內。（評分要點：公式 2 分，代入及答案 2 分）

15. 若濃度每年上升 2.5 ppm，求由 420 ppm 增至 560 ppm 所需年數。

答案：答案：所需年數 = (560 - 420) ÷ 2.5 = 140 ÷ 2.5 = 56 年。（評分要點：濃度差 2 分，答案 2 分）

16. 求 1750 年至 2020 年期間與該濃度增加相對應的累積二氧化碳排放量。

答案：答案：累積排放 = 140 × 7.81 = 1093 Gt 二氧化碳，但實際留在空氣中的只是排放的一部分，其餘由海洋及陸地吸收。（評分要點：計算 3 分，說明 1 分）

第五部份：洪水重現期與洪峰流量（18 分）

某低窪鄉村位於集水區出口，設計洪水重現期為 50 年。集水區面積 2.5 平方公里，暴雨強度 120 毫米每小時，未城市化時徑流係數為 0.65。推理公式為 Q = 0.278 × C × i × A（Q 單位 m3/s，i 單位毫米每小

時，A 單位平方公里）。下游河道斷面闊 30 米、水深 2.0 米時平均流速 1.8 米每秒。

17. 求該設計洪水的年超越概率。

答案：答案：年超越概率 = 1 ÷ 50 = 0.02，即每年 2%。（評分要點：公式 2 分，百分率 2 分）

18. 求未來 30 年內至少發生一次該級洪水的概率。

答案：答案：P = 1 - (1 - 0.02)^30 = 1 - 0.98^30 = 1 - 0.5455 = 0.45，即約 45.45%，接近一半。（評分要點：公式 2 分，計算 2 分，解釋 1 分）

19. 求未城市化情況下的設計洪峰流量。

答案：答案：Q = 0.278 × 0.65 × 120 × 2.5 = 54.21 m3/s。（評分要點：公式 2 分，代入 2 分，答案 1 分）

20. 求河道斷面在上述水深下的過水能力，並判斷集水區城市化令徑流係數升至 0.85 後河道是否足以應付。

答案：答案：過水能力 = 30 × 2.0 × 1.8 = 108 m3/s；城市化後 Q = 0.278 × 0.85 × 120 × 2.5 = 70.89 m3/s，仍小於 108 m3/s，河道足以應付，但安全裕度由 2.0 倍降至 1.5 倍。（評分要點：過水能力 2 分，城市化後流量 1 分，判斷 1 分）

第六部份：地震波走時與矩震級（16 分）

某地震台錄得 P 波與 S 波到達時間相差 40 秒，該區地殼 P 波速度為 6.5 公里每秒、S 波速度為 3.7 公里每秒。該地震的斷層破裂面長 20 公里、闊 15 公里，平均滑移量 2.5 米，區內剪切模量為 3.0 × 10^10 Pa。矩震級可用 Mw = (2/3) × (log10 M0 - 9.1) 計算，M0 單位為 N · m。

21. 求震央距離。

答案：答案：設距離 d，d ÷ 3.7 - d ÷ 6.5 = 40，即 d(0.27027 - 0.15385) = 40，d × 0.11642 = 40，d = 343.6 公里。（評分要點：方程 2 分，計算 2 分）

22. 求 P 波及 S 波由震源到台站的走時。

答案：答案：S 波走時 = 343.6 ÷ 3.7 = 92.9 秒；P 波走時 = 343.6 ÷ 6.5 = 52.9 秒；相差 92.9 - 52.9 = 40 秒，與紀錄相符。（評分要點：兩個走時各 2 分）

23. 求斷層破裂面的面積及地震矩 M0。

答案：答案：面積 = 20 × 15 = 300 平方公里 = 3.0 × 10^8 m2；M0 = 3.0 × 10^10 × 3.0 × 10^8 × 2.5 = 2.25e+19 N · m。（評分要點：面積換算 2 分，M0 2 分）

24. 求矩震級 Mw，並說明為何大地震多以矩震級而非黎克特制表示。

答案：答案：Mw = (2/3) × (log10 2.25e+19 - 9.1) = (2/3) × (19.35 - 9.1) = (2/3) × 10.25 = 6.83；黎克特制在規模約 7 以上會飽和，無法區分更大能量，矩震級直接量度破裂能量，故適用於大地震。（評分要點：Mw 2 分，解釋 2 分）

TutorZone 地理練習卷｜題目與文章為原創，並非任何學校或出版社的教材。